



**CONCEPÇÕES DE LICENCIANDOS DE CIÊNCIAS EXATAS E CIÊNCIAS BIOLÓGICAS ACERCA DA NATUREZA DA CIÊNCIA: UM ESTUDO A PARTIR DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO VIEWS OF NATURE OF SCIENCE QUESTIONNAIRE (VNOS-C)**

*Conceptions of Exact Science and Biological Science Graduates about the Nature of Science: a study the Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS-C) application*

**Roberta Chiesa Bartelmebs** [roberta.bartelmebs@ufpr.br]

**Tiago Venturi** [tiago.venturi@ufpr.br]

*Departamento de Educação, Ensino e Ciências*

*Universidade Federal do Paraná – UFPR*

*Rua Pioneiro, 2153 – Dallas,*

*Palotina – PR, Brasil*

**Resumo**

A concepção sobre o que é ciência é construída ao longo da interação do sujeito com o mundo. A fim de investigar como futuros professores de Ciências Exatas e Ciências Biológicas compreendem a natureza da Ciência (NdC). A pesquisa foi realizada ao longo do ano de 2022 e início de 2023, pautada no questionário *Views of Nature of Science Questionnaire* (VNOS-C), com algumas adaptações e, aplicado dentro de um formulário do *Google Forms*. Os alunos responderam ao questionário nas disciplinas de História e Filosofia da Ciência (HFC) e de Epistemologia e Ensino de Ciências (EEC), ao final delas. Os dados permitem levantar indícios de que parece não haver muitos avanços nas concepções de licenciandos. Suas concepções de ciência ainda se enraízam numa visão perspectivas positivistas e empiristas, que por vezes reconhecem um único método de produzir ciência, àquele vinculado à experimentação. Não há clareza entre a ideia de teoria e lei científica. E, pouco valor creditam ao papel da criatividade no fazer científico. Portanto, a partir deste estudo pontual, podemos inferir, em conjunto com leituras da área, que cabem, na formação inicial dos professores, alguns apontamentos para o campo de pesquisas em Educação em Ciências, são necessários aprofundamentos acerca da história, da filosofia, da sociologia e da psicologia das ciências, ou as metaciências na formação de professores. Essas concepções levam tempo para serem (re)construídas e exigem uma carga maior de trabalho que seja relativa a todo o currículo e não apenas concentrada em uma ou duas disciplinas da grade de cada curso.

**Palavras-Chave:** Filosofia da Ciência; Epistemologia; História da Ciência; Sociologia da Ciência.

**Abstract**

The conception of what science is is built throughout the subject's interaction with the world. In order to investigate how future teachers of Exact Sciences and Biological Sciences understand the nature of Science (NdC). The research was carried out throughout 2022 and early 2023, based on the *Views of Nature of Science Questionnaire* (VNOS-C), with some adaptations and applied within a *Google Forms* form. The students responded to the questionnaire in the History and Philosophy of Science (HFC) and Epistemology and Science Teaching (EEC) subjects, at the end of them. The data allows us to raise evidence that there does not seem to be much progress in the conceptions of graduate students. Their conceptions of science are still rooted in a positivist and empiricist perspective, which sometimes recognizes a single method of producing science, that linked to experimentation. There is no clarity between the idea of theory and scientific law. And little value is given to the role of creativity in scientific practice. Therefore, from this specific study, we can infer, together with readings in the area, that some notes for the field of research in Science Education are appropriate in the initial training of teachers. sociology and psychology of sciences, or metasciences in teacher training. These conceptions take time to be (re)constructed and require a greater workload that is relative to the entire curriculum and not just concentrated in one or two subjects in each course.

**Keywords:** Philosophy of Science; Epistemology; History of Science; Sociology of Science.

## INTRODUÇÃO

O presente estudo teve como objetivo investigar as concepções dos estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Exatas (habilitações em Química, Física ou Matemática) e Licenciatura em Ciências Biológicas acerca da natureza da ciência (NdC). A pesquisa foi desenvolvida pelo Núcleo de Estudos em Epistemologia e Educação em Ciências (NUEPEC), vinculado ao Grupo de Pesquisa EnCiMaT e ao grupo JANO: Filosofia e História das ciências (CNPq), liderado por docentes da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O contexto de investigação deu-se durante os anos de 2022 e 2023, com diferentes turmas das disciplinas de História e Filosofia das Ciências (HFC) e Epistemologia e Ensino de Ciências (EEC), em que estudantes, em nível inicial e intermediário, dos referidos cursos foram respondentes de um questionário.

Nosso instrumento investigativo foi o questionário *Views of Nature of Science Questionnaire* (VNOS-C) - versão de Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz (2002), desenvolvido em sua primeira versão por Lederman e O'Malley (1990), momento em que os estudos da NdC passam a incorporar elementos qualitativos, ampliando os questionários para questões abertas e subjetivas (Harres, 1999). De forma adaptada, o VNOS-C foi utilizado por Abd-El-Khalick (1998), em sua tese de doutorado, sendo ainda aperfeiçoado posteriormente em Lederman *et al.* (2002). Segundo Durbano (2012, p. 36) este instrumento “destina-se a avaliar uma série de aspectos relacionados às concepções dos professores do Ensino Fundamental e Médio, sobre a NdC de uma forma relativamente simples”. Embora esse modelo já possua quase 30 anos de existência, optamos por utilizar este modelo por considerá-lo o mais adequado a investigação que pretendíamos fazer acerca do que nossos estudantes, futuros professores de Ciências, concebem acerca da NdC após passarem pelas disciplinas de HFC e EEC.

Analisar concepções de professores em exercício, ou em formação inicial sobre a NdC pode ser relevante para pensar sobre estratégias para o ensino das ciências e sobre o fazer científico. El-Hani, Tavares & Rocha (2004) utilizaram o mesmo questionário traduzido e evidenciam a importância da inserção de elementos de história e filosofia das ciências no currículo do curso de Ciências Biológicas. Bartelmebs, Coimbra & Kitzberger (2020) apresentam o resultado de uma pesquisa similar, com licenciandos de Ciências Exatas, a partir da aplicação do VNOS adaptado, para os participantes das disciplinas de HFC e de EEC. Neste estudo os autores evidenciam que existem mudanças ainda tímidas nos conceitos acerca do fazer científico e na visão sobre os cientistas, mas que os investigados apresentam importantes rupturas acerca de uma visão mais simplista sobre a NdC ao longo do seu curso. Nesta pesquisa, buscamos aprofundar o estudo de 2020 e compreender, a partir das diferentes mudanças curriculares ocorridas nos cursos investigados, qual seu impacto na concepção de NdC dos futuros professores investigados.

Atualmente sabemos que não se trata apenas de ministrar aulas teóricas com elementos de história e filosofia das ciências, como apontam Ribeiro & Benite (2009), é necessário o aprofundamento de questões curriculares e nas concepções de NdC dos próprios professores formadores. Certamente a inclusão de disciplinas desta natureza contribui para uma reforma significativa do próprio currículo dos cursos de formação docente. Como apontam os estudos de Mathews (1995, p. 197):

*“A ciência é uma das maiores conquistas da cultura humana. Portanto, o ensino de ciência, para usar as palavras do relatório de 1918 da Associação Britânica para o Progresso da Ciência, deveria comunicar mais sobre o espírito e menos sobre o vale dos ossos secos dessa conquista. Se isso for feito, então pode-se iniciar a superação da atual crise intelectual e social do ensino de ciências”.*

Esse “espírito” científico, mencionado por Bachelard (2007), está relacionado ao interesse pelo saber, à capacidade de formular perguntas, questionar, reconhecer e enfrentar obstáculos, vivenciar poucas certezas e conviver com dúvidas e inquietações trazidas pela ciência, espírito este que pode encontrar contributos nas referidas disciplinas. É neste sentido que Silva (2010) procura resgatar uma melhor compreensão acerca da HFC, complexificando a visão que os estudantes têm sobre a produção da ciência e seu impacto na sociedade. E indo além, concordamos que a HFC apresenta um eixo “sociológico” da NdC, como aponta Adúriz-Bravo (2005, p.13), ao discutir “como a ciência se relaciona com a sociedade e a cultura” (tradução livre dos autores).

Isto posto, compreendemos que antes do desenvolvimento de compreensões sobre a ciência e o faz ciência a partir da NdC em contexto escolar, na educação básica, faz-se fundamental que professores desenvolvam esse espírito científico e conhecimentos que contribuam para sua atuação profissional. Atuação esta que, no mundo informacional e dinâmico, passa a ser ainda mais desafiadora a partir da inserção das tecnologias digitais e da disseminação de desinformações que negam a ciência, motivo pelo qual Venturi, Bartelmebs, Lohmann, Souza & Umeres (2023, p. 11) afirmam que história e filosofia das ciências, ao

discutirem NdC, podem contribuir com o desenvolvimento de conhecimentos que permitam certa libertação de ideologias “de modo a combater os discursos negacionistas, anticientíficos e pseudocientíficos que envolvem temas, como os de saúde e ambiente”, dentre outros. E assim, justificamos a importância da apresentação dos resultados da aplicação do questionário VNOS-C com estudantes de HFC e EEC de dois cursos de licenciatura (Ciências Exatas e Ciências Biológicas) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Setor Palotina.

Apresentaremos os elementos que emergiram das respostas ao instrumento e que se relacionam com os temas estudados nas disciplinas de HFC e EEC, a fim de conhecer em que medida a formação inicial está contribuindo com a construção das noções acerca da NdC pelos estudantes. A seguir apresentamos nosso referencial teórico para delinear melhor questões importantes em nossa pesquisa.

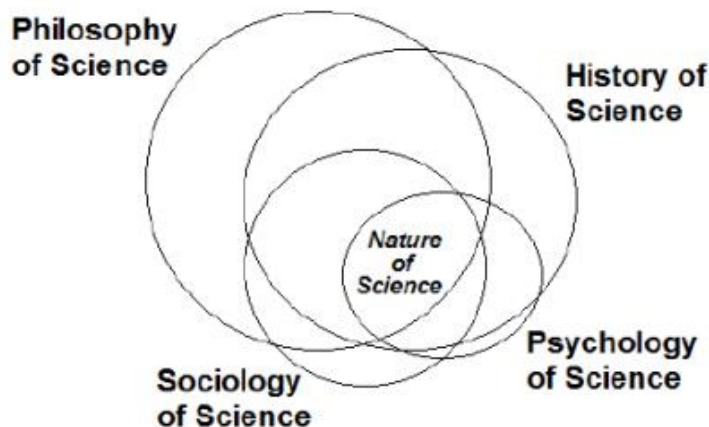
## REFERENCIAL TEÓRICO

Antes da apresentação de nossos resultados, precisamos evidenciar nossos conceitos ao leitor: quando falamos de NdC, a que nos referimos e qual a importância da história, da filosofia e da sociologia da ciência? Que papel atribuímos à HFC no desenvolvimento profissional dos futuros professores? É a essas questões que nos dedicaremos na presente seção.

### Natureza da Ciência: entendimentos e fundamentos

Compreender o desenvolvimento científico e as relações entre ciência e sociedade não é uma tarefa trivial. Embora a ciência e suas tecnologias estejam presentes na vida de todos nós, aspectos da NdC são aprendizagens que requerem tempo e o desenvolvimento de habilidades específicas. Como aponta Durban (2012), o conhecimento da natureza da ciência se refere às características do conhecimento científico e ao seu modo de produção. Trata-se, portanto, de compreender a ciência num sentido amplo, historicamente localizado, compreender sobre ciência e sobre o fazer científico. Nesse sentido aproximando-nos da diferença estabelecida por Lederman (2018) acerca da natureza do conhecimento científico (NOSK) e da natureza da investigação científica (NOSI).

Para delimitar a NdC, existem diferentes elementos que precisam ser considerados, tais como os aspectos meta-científicos: a filosofia, a história, a sociologia e a psicologia da ciência, essas possuem papel essencial na construção daquilo que pode ser considerado a produção e o fazer científico (McComas & Olson, 1998). Aspectos estes representados na reprodução da Figura 1 a seguir.



**Figura 1** - Contribuições das metaciências para o entendimento da NdC (Extraído de McComas & Olson 1998, p. 50).

McComas & Olson (1998) delimitam um contraponto importante: NdC não é sinônimo de história e/ou filosofia da ciência, mas ao contrário, as quatro grandes áreas representadas na imagem ilustram diferentes entendimentos de como a ciência funciona. Nesse sentido, percebemos, inclusive, um aspecto transdisciplinar na compreensão da NdC, assumindo a concepção de transdisciplinaridade de Maingain, Dufour & Fourez (2002), em que os conhecimentos ultrapassam contextos e fronteiras disciplinares em transferências e articulações. Para Mulvey, Parrish, Reid, Para & Peters-Burton (2021), a compreensão da NdC vai além de entender alguns aspectos superficiais da ciência. É necessário conectar ideias entre diferentes disciplinas e

diferentes conceitos, ou seja, assumindo certa transdisciplinaridade. Entretanto, os autores mencionam que é comum que os estudantes assumam, em diferentes momentos, visões discrepantes acerca da NdC, demandado assim um esforço formativo mais complexo e integrado.

Concordamos com Lederman *et al.* (2002, p. 499), quando afirmam que “Assim como o conhecimento científico, as concepções acerca da NdC são experimentais e dinâmicas. Essas concepções mudam ao longo do desenvolvimento da ciência e do pensamento sistemático sobre a sua natureza e seu funcionamento” (tradução livre dos autores). Ainda, segundo os autores, existem aspectos da NdC que são relevantes para o cotidiano dos estudantes, tais como as relações entre as ciências e a inexistência de um método único:

*“[...] o conhecimento científico é experimental; empírico; carregado de teoria; em parte o produto de inferência humana, imaginação e criatividade; e social e culturalmente incorporados. Três outros aspectos importantes são a distinção entre observação e inferência, a falta de um método universal semelhante a uma receita para fazer ciência, e as funções e relações entre teorias e leis científicas (Lederman, et al., 2002, p. 499)”.*

Em retrospectiva, o estudo de Driver *et al.* (1996), também apresenta características relevantes do entendimento da NdC pelos jovens, enfatizando cinco aspectos, a saber: o utilitarista, o democrático, o cultural, o moral e o econômico. Na perspectiva utilitarista estão as habilidades desenvolvidas para compreender e dar sentido à ciência, habilitando assim o sujeito ao gerenciamento dos objetivos e processos tecnológicos na vida cotidiana. O aspecto democrático é entendido como a capacidade de tomada de decisões esclarecidas sobre questões socio científicas. A dimensão cultural tem a ver com a condição de poder apreciar o valor da ciência como parte da cultura contemporânea. A dimensão moral está relacionada ao desenvolvimento de compreensões das normas da comunidade científica que incorporam os compromissos morais de interesse geral e àqueles de valor para a sociedade. E, por fim, a dimensão econômica que visa qualificar os cientistas para que se mantenha o processo tecno-científico do país em bom andamento.

Em outro sentido, a pesquisa de Collins, Osborne, Ratcliffe, Millar & Duschl (2001) investigou, entre a comunidade científica, professores, historiadores, filósofos e sociólogos da ciência, que ideias sobre a ciência deveriam estar presentes no currículo escolar. Desta investigação, emergiram tópicos como: métodos científicos, desenvolvimento histórico do conhecimento científico, diversidade do pensamento científico, análise e interpretação de dados, papel da incerteza do conhecimento científico, cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico, dentre outros. O estudo demonstrou que já há consenso nesta comunidade de cientistas, pesquisadores e professores, acerca de temas e aspectos da NdC que são relevantes e imprescindíveis de estarem presentes no processo educativo.

O presente estudo encontra fundamentos nos sete aspectos apresentados por Lederman (2007, p.833 - 835) a respeito da NdC como um corpo de conhecimentos e um quadro teórico de referência para a delimitação de que NdC estamos nos referindo: a) em primeiro lugar: a necessidade de os alunos reconhecerem a profunda diferença entre a observação e a inferência; b) o segundo aspecto: de forma relacionada ao primeiro, a necessidade de os alunos saberem distinguir as diferenças entre leis e teorias científicas; c) o terceiro destaca: a importância de admitir o papel da criatividade e da imaginação na construção do conhecimento científico, entendendo que fazer ciência requer invenção e, para tanto, requer criatividade dos cientistas; d) o quarto: entender que todo conhecimento científico é determinado por teoria, pois partem de problemas que são essencialmente pensados dentro de um quadro teórico específico; e) como quinto aspecto: compreender a ciência como um empreendimento humano contextualizado em uma cultura, pois, os cientistas são produto da cultura em que estão inseridos; f) um sexto aspecto: faz referência ao fato de que o conhecimento científico nunca é absoluto ou correto, no sentido de uma verdade a ser posta, mas sim compreender que o conhecimento científico é provisório; por fim, g) o sétimo aspecto: a necessidade de se compreender que há uma distinção entre NdC e investigação científica, embora esses conceitos estejam intimamente relacionados. Todos estes sete elementos encontram-se presentes no VNOS-C, adaptado para esta pesquisa.

Embora existam diferentes pesquisas, com evidências similares acerca da utilização do VNOS, para melhor compreender a NdC, o próprio Lederman (2007, p.832) argumenta a favor da continuidade e complexificação dos estudos, em busca de dados empíricos que possam endossar (e porque não problematizar) os preceitos contidos no conceito de NdC. Em contrapartida, Matthews (2012) discute que não há consenso sobre o que de fato seja a NdC, inclusive propondo que tratemos do tema como características da ciência (em tradução livre CdC). Para tanto, o autor menciona que haveria aí uma ampliação dos sete critérios estabelecidos por Lederman (2007), chegando a 18, sendo eles: 8. Experimentação, 9. Idealização,

10. Modelos, 11. Valores e questões sócio científicas, 12. Matematização, 13. Tecnologia, 14. Explanação, 15. Visões de mundo e religião, 16. Escolha teórica e racionalidade, 17. Feminismo e 18. Realismo e construtivismo. Não é nosso objetivo e foco abordar estes novos elementos, apesar de reconhecermos seu valor para em outros estudos repensarmos o próprio VNOS-C. Isso porque outras visões também se estabeleceram posterior a década de 90 e ao programa de estudos de Lederman e colaboradores, tais como Irzik & Nola (2011) e Dagher & Erduran (2014), os quais trabalham com a ideia da visão consensual (VC) que seria, como aponta Moura, Camel e Guerra (2020, p.10): “uma lista de afirmações sobre a natureza do conhecimento científico que são de consenso entre especialistas de diferentes áreas”. Entretanto, a respeito das inserções propostas por Mathews (2012) entendemos que em boa medida, as novas características apresentadas estão também presentes no trabalho de Lederman (2007). Após trazeremos os elementos do que se constitui a NdC, é importante nos debruçarmos sobre as concepções e sobre o papel da NdC que circulam entre futuros professores de ciências.

### **O papel da NdC na formação de professores de ciência**

A preocupação com as investigações na área da NdC nasce no final do século XIX (Durbano, 2012). Contudo, é a partir dos trabalhos dos membros da *International History, Philosophy and Science Teaching Group* (IHPS), que a partir de 1989 são realizadas reuniões e conferências para os membros do grupo, estendendo essa ação para a América Latina com o IHPS-LA, quando então, a partir das produções de Michael Matthews e Norman Lederman que esse tema passou a ser o foco de diversas investigações (Matthews, 2012), em especial no campo da Educação em Ciências, tanto com estudantes das escolas quanto com professores.

Citamos o estudo de Chinelli, Ferreira & Aguiar (2010), os autores investigaram professores de ciências e suas concepções epistemológicas a fim de compreender como elas interferem em sua prática profissional, como resultado:

*“Sobressai, nesta análise, a confirmação de que existem, convivendo nas escolas, duas concepções epistemológicas distintas, muitas vezes assumidas por um mesmo professor. Esta situação conflitante produz práticas pedagógicas antagônicas, fragilizando o ensino de ciências em razão de incoerências que podem ser sentidas pelos estudantes. (Chinelli, Ferreira & Aguiar, 2010, p. 31)”*

Para os autores coexistem os paradigmas de ciência moderna, em geral, pautados no que os autores definem como uma visão indutivista de como a ciência é feita, e um outro paradigma pautado no “[...] pensamento hipotético-dedutivo e no caráter social da ciência” (Chinelli, Ferreira & Aguiar, 2010, p. 31). Isso evidencia o que já foi abordado por Harres (2004) e Harres e Porlán (2010) de que as concepções dos futuros professores, e mesmo dos professores em exercício, quando diante de um processo formativo, vão gradualmente sendo modificadas, mas coexistem diferentes visões epistemológicas. Bachelard (1984) já discutia que uma única escola filosófica não é suficiente para pensar ou explicar um simples conceito científico, portanto propôs a noção de perfil epistemológico, partindo do realismo ingênuo (visão de senso comum) até o racionalismo discursivo, passando pelo empirismo positivista, racionalismo clássico e racionalismo completo (relatividade), afirmando que estas escolas filosóficas permitem compreender a noção de epistemologia da ciência, ou seja, a forma com que a ciência pode ser compreendida e produzida<sup>1</sup>.

Ainda nesse sentido, o trabalho de Massoni (2010), apresenta importante revisão de literatura acerca de trabalhos que argumentam acerca da importância da inserção de temas da NdC para a formação inicial de professores. Ainda em seu trabalho, a autora afirma que as visões epistemológicas contemporâneas ainda não chegam à sala de aula. E mesmo entre os docentes, considerados preparados epistemologicamente, também não conseguem “disseminar aos alunos as suas concepções sobre a natureza da ciência”. (p.393). Isso porque, os professores podem não estar preparados didaticamente para fazer a transposição didática das visões epistemológicas para suas aulas.

Em estudo recente, Dat, Bien & Kraus (2023) avaliaram dois grupos de estudantes que participaram de reformulações curriculares no seu curso de Física, utilizando-se o VNOS-C. Ao todo foram 65 sujeitos, dos quais 40 eram do currículo antigo (2015) e 25 do novo currículo proposto (2019), sendo que todos os participantes foram selecionados a partir de diferentes turmas do curso. Algumas das mudanças do novo currículo (2019) incluem a inserção das disciplinas de Introdução às Ciências Naturais e Tecnologia, Estatísticas Sociais e Introdução à Ciência da Computação. No currículo antigo (2015) havia a disciplina de

---

<sup>1</sup> Para compreender as implicações e a coexistência destas distintas visões epistemológicas em temáticas que envolvem ciência e saúde, ver Venturi (2015).

História da Física. Desta forma, mesmo que o novo currículo dê mais atenção às ciências naturais e sua história, ao aplicarem o VNOS-C, os autores percebem que em vários itens do questionário ambas as gerações demonstraram visões inadequadas, como por exemplo a visão simplista de experimentação nas ciências e a incompreensão do que sejam leis e teorias científicas, pois ambos os grupos não conseguiram dar uma resposta clara. A complexidade do tema é ilustrada quando não há, como se esperava, uma simples evolução de conceitos, mas sim, aspectos acerca da compreensão da NdC que, em determinado grupo, ficam mais evidentes do que no outro.

Em outro estudo acerca do desenvolvimento profissional de professores, consoante ao entendimento de aspectos da NdC, somados ao entendimento do processo de investigação científica, Lederman *et al.* (2002) defendem a importância de melhorar o conhecimento de NdC dos professores. Isso porque, “À luz dos esforços por melhorar a compreensão dos alunos sobre a NdC, as pesquisas têm se concentrado em equipar os professores na compreensão da NdC” (Lederman *et al.* 2002, p. 127). No entanto, isso não ocorre de forma linear, muitas vezes os professores reconhecem elementos e características adequadas acerca da NdC, porém, ao se conhecer sua prática pedagógica, ela é contrária aos princípios teóricos que demonstram dominar.

Neste sentido, percebemos que há uma convergência com estudos realizados por Bartelmebs (2016) ao analisar a evolução das concepções epistemológicas e metodológicas de professoras dos anos iniciais do Ensino Fundamental. A autora diagnosticou que nem sempre aquilo que as professoras professam conhecer acerca da NdC coincide com suas práticas em sala de aula. Como apresentam Lederman *et al.* (2002, p. 126), há implicações nos processos de ensino e aprendizagem das ciências: “[...] os alunos podem prontamente recitar uma definição para o termo ‘gene’, mas podem eles realmente entender o que é um gene se não estão cientes de que isso é uma construção desenvolvida por cientistas para explicar resultados experimentais?”. Essa ideia de compreender conceitos, leis, teorias e fenômenos científicos, inclusive como são explicados e como este conhecimento é construído, faz parte do processo denominado por Fourez Englebert-lecompte, Grootaers, Mathy, & Tilman (1997) de alfabetização científica e tecnológica. Trata-se de um processo amplo que envolve tanto o desenvolvimento de um espírito científico, já mencionado, quanto elementos de utilização do conhecimento científico no cotidiano, implica em, por exemplo, compreender o conceito de gene, suas relações com outros fenômenos como a incidência solar, mutações do DNA, relações com o câncer, indo além e correlacionado genes e genética com compreensões sobre novas classificações filogenéticas para os seres vivos, dentre outras correlações possíveis, ou seja, a complexidade e a transdisciplinaridade<sup>2</sup> que envolve a ciência, seus conceitos, fenômenos, teorias, leis, etc.

Assim, a alfabetização científica e tecnológica torna-se um objetivo educacional que busca aprimorar o desempenho dos indivíduos na vida cotidiana e enquanto sujeitos sociais. Portanto, uma formação científica que inclua discussões e aprendizagens, seja para estudantes da educação básica, seja para professores em formação, é fundamental para qualificar estes processos. Para tanto, na próxima seção discutimos as implicações das disciplinas de HFC e EEC para a aprendizagem sobre a NdC e a formação de professores.

## **METODOLOGIA DO ESTUDO**

Nosso estudo configura-se como uma pesquisa de caráter qualitativo, que busca compreender o fenômeno formativo (Mynai, 2010), envolvendo licenciandos e conhecimentos sobre a NdC. Para tanto, os dados foram produzidos e coletados por meio de um questionário, cujo conteúdo foi analisado, com fundamentos em Bardin (2011), como descrevemos a seguir.

### **A estrutura do questionário VNOS-C**

O VNOS-C é um instrumento de pesquisa já consolidado em pesquisas acerca da NdC, como mencionamos na introdução deste estudo e como apontam Ayala-Villamil & García-Martínez (2020). Autores como Durban, (2012), Deng, Chai, Tsai & Lin, (2014); El-Hani, Tavares & Rocha (2014); Bartelmebs, Araujo & Kitzberger (2020), Summers, Adb-El-Khalick & Brunner (2020), Mulvey *et al.* (2021) e Dat, Bien & Kraus (2023), são exemplos de pesquisadores que se utilizaram desse questionário para investigar as compreensões epistemológicas de futuros professores acerca da NdC. Por sua vasta utilização no campo da Educação em Ciências, este instrumento se tornou um marco importante. Apesar de já haver versões dele em língua portuguesa, decidimos realizar nossa própria tradução do VNOS-C (Lederman *et al.*, 2002), com

---

<sup>2</sup> Entendemos por transdisciplinaridade o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, onde ocorra efetiva interconexão entre elas, pautados na ideia apresentada por Piaget (1977), na qual a transdisciplinaridade ultrapassa a integração e a reciprocidade, transpondo-se para um espaço onde fronteiras desaparecem.

pequenos ajustes e adaptações. O VNOS-C que utilizamos nesta pesquisa possui ao todo 10 questões<sup>3</sup>, apresentando subquestões a partir da resposta do sujeito.

### O contexto e os sujeitos de pesquisa

Como já mencionado, a pesquisa foi realizada com licenciandas e licenciandos dos cursos LCE e LCB da UFPR – Setor Palotina. Os questionários foram aplicados de modo online, via *Google Forms*. A atividade fazia parte da primeira e da última aula de cada disciplina, sendo uma atividade obrigatória prevista pelos docentes, e que tinha o valor de 0,5 pontos na média final para cada estudante. Essa medida de inserir pontuação para o seu preenchimento visou motivar os alunos a responderem a tarefa, uma vez que muitos não cumpriam as atividades extraclasse caso ela não fosse “avaliada” via pontos. O questionário trazia apenas uma informação pessoal o e-mail cadastrado na conta de Gmail. Análises de gênero, raça e socioeconômicas não foram levadas em conta neste estudo por consideramos que não interfeririam no resultado das respostas do questionário. Ao todo, analisamos 52 respostas obtidas, conforme tabela 1, a seguir. Todas as respostas obtidas foram transcritas na íntegra a partir de uma planilha, e depois categorias conforme as categorias estabelecidas.

**Tabela 01** – Caracterização dos sujeitos da pesquisa.

Formação	Disciplina	Quantidade participantes	Códigos utilizados
Ciências Biológicas (2023)	HFC	40	Gbio0n <sup>4</sup>
Ciências Exatas (2022-2023)	EEC	12	GexE0n

### As disciplinas de HFC e EEC na formação de futuros professores

O curso de Licenciatura em Ciências Exatas (LCE), nas suas habilitações em Física, Química ou Matemática e a modalidade de Licenciatura do Curso de Ciências Biológicas (LCB), da UFPR Setor Palotina, foram criados no ano de 2013, com implantação das primeiras turmas em 2014. Os cursos fizeram parte de um dos pacotes de expansão universitária no Brasil, possibilitados pelo Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). Os cursos possibilitaram a oferta de cursos de formação inicial de professores na região Oeste do Paraná de forma gratuita, nas áreas das Ciências Naturais e Exatas, sendo que os profissionais egressos podem atuar em diferentes disciplinas da Educação Básica, especialmente nas áreas dos componentes curriculares de Ciências, Biologia, Química, Física e Matemática.

A partir do seu projeto político pedagógico (PPC) do curso de LCE, entende-se que:

*“Ciências Exatas são as ciências que têm a Matemática, a Química e a Física como peças fundamentais dos seus estudos. [...] O Curso de Licenciatura em Ciências Exatas se ancora na importância estratégica da educação científica de toda a população para o desenvolvimento econômico e social do país. Entende-se que tal objetivo depende de qualificada formação de educadores, com destaque para a formação de professores para a educação básica (UFPR, 2021, p.8)”.*

Assim o curso se propõe a pensar uma educação científica qualificada para tornar-se base de formação na Educação Básica. Segundo o documento, isso é fomentado em uma:

*“[...] formação científica voltada tanto ao desenvolvimento quanto à divulgação do conhecimento científico. Os momentos de discussão e reflexão epistemológica*

<sup>3</sup>Instrumento utilizado, traduzido e adaptado de Ledermann et al. (2002) disponível em: [https://docs.google.com/forms/d/180CPPEQCYGhyL1LHXjlgufeTnkLhaycBHR1ax\\_Anrs/edit](https://docs.google.com/forms/d/180CPPEQCYGhyL1LHXjlgufeTnkLhaycBHR1ax_Anrs/edit).

<sup>4</sup>O código G, representa o termo grupo. Assim, para Gbio, refere-se aos alunos do grupo Biologia, e GExtE, refere-se ao grupo de alunos de exatas. O número 0n refere-se ao código de cada estudante. Assim, GBio02, representa o aluno de ciências biológicas número dois.

*buscam mobilizar o licenciando às ações de popularização da ciência, tanto nas disciplinas com caráter prático, quanto nos projetos de extensão (UFPR, 2021, p.9)”.*

Vislumbramos nesse trecho um caráter que implica que as ações de popularização da ciência estariam inseridas em ações práticas ou projetos extensionistas. Parece-nos estar apontando para o entendimento de uma certa dicotomia entre teoria e prática na formação desse futuro professor, com relação a NdC no seu aspecto de divulgação científica. Entretanto, é necessário destacar o reconhecimento do documento acerca da necessidade da reflexão epistemológica, elemento importante para o desenvolvimento do espírito científico e do processo de alfabetização científica, anteriormente fundamentados, durante a formação inicial. Fato este que implica reconhecer a necessidade de disciplinas que oportunizem o desenvolvimento destes conhecimentos, como discutiremos adiante.

Quanto aos objetivos do curso com relação ao seu egresso, o PPC apresenta que ele deverá: “Compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana, tendo consciência da forma como as Ciências Exatas vêm sendo construídas, suas origens, processos de criação e inserção em outras áreas do conhecimento” (UFPR, 2021, p.12). Nesse trecho aparecem explicitamente alguns aspectos acerca da NdC, discutidas neste estudo e fundamentadas em McComas & Olson (1998), tais como a ciência constituir-se um empreendimento social, histórico e contextualizado, que sua natureza depende das metaciências para ser compreendida.

Já a essência do curso de LCB, conforme seu PPC, pauta-se no entendimento de que

*“A modalidade Licenciatura em Ciências Biológicas do Setor Palotina preocupou-se com dois aspectos fundamentais desde sua criação: a) a necessidade de ampliar e aperfeiçoar a formação do professor de Ciências e de Biologia para atender a uma forte demanda nacional e regional; b) a necessidade de ampliar as possibilidades profissionais e acadêmicas do egresso por meio de formação consistente e transdisciplinar que possa contribuir com o fomento nas áreas da Biologia na sociedade (UFPR, 2022, p.2)”.*

Para o curso de Ciências Biológicas na modalidade licenciatura, o mote principal de suas ações se pauta na formação profissional docente e na continuidade dessa formação pensando nas diferentes atuações do Biólogo, professor de Ciências e Biologia, na sociedade.

Em reforço a essa ideia, o documento apresenta que

*“O compromisso da Biologia junto a sociedade é o de gerar novos paradigmas de desenvolvimento e conservação do meio ambiente e a formação de licenciados que possam atuar de forma crítica, reflexiva e ética para estas transformações da sociedade (UFPR, 2022, p.3)”.*

Podemos perceber que o documento norteador do curso reconhece a importância da relação entre as Ciências Biológicas e as transformações da sociedade, preocupando-se com a relação ciência e sociedade, com um viés conservacionista, essencial em tempos de mudanças do clima. Como um dos objetivos do curso em relação a seu egresso, a LCB define que o curso deve: “Oferecer base filosófica, teórica e metodológica para a reflexão sobre os principais fenômenos naturais em diferentes escalas de análise” (UFPR, 2022, p.5). Elementos estes que, assim como em LCE, demanda disciplinas que se ocupem do desenvolvimento profissional docente para tanto.

Ao longo desses quase 10 anos de existência, os cursos sofreram diversas reformulações curriculares, provocadas tanto por movimentos internos dos docentes e discentes quanto por movimentos externos, como resoluções e pareceres do Conselho Nacional de Educação (CNE). Acerca de nosso objeto de estudo nesse trabalho, a criação ou alterações nas disciplinas de HFC e EEC foram mudanças que impactaram em ambos os cursos.

Em LCB a disciplina de HFC passou a ser obrigatória somente a partir da reforma do PPC de 2022. A disciplina é ofertada anualmente para a turma de ingressantes no primeiro semestre. Assim, ela abrange alunos que serão futuros licenciandos e bacharéis, uma vez que a opção pela licenciatura ou pelo bacharelado ocorre somente a partir do terceiro semestre de curso. Essa opção do colegiado visou abranger a discussão história e filosófica das ciências para todos os futuros egressos independente da habilitação escolhida. Já no curso de LCE a disciplina de HFC e EEC sempre esteve presente desde o nascimento do curso, em 2014. A disciplina de HFC é ofertada aos alunos do terceiro semestre. A disciplina de EEC está alocada quinto período.



No decorrer das reformas que o curso de LCE sofreu desde 2014, algumas alterações foram sendo feitas nas ementas das disciplinas, apresentamos as mudanças da última reforma de 2022 nas disciplinas de HFC e EEC de forma sistematizada no quadro 1, a seguir.

**Quadro 01** - Alterações nas ementas das disciplinas de HFC e EEC.

Ano	História e Filosofia das Ciências (HFC)*	Epistemologia e Ensino de Ciências (EEC)
2014	História e historiografia da ciência, construção de uma visão científica do mundo. Abordagem histórico-filosófica da ciência no ensino das ciências. Estudo de casos na Matemática, Física, Química.	As diferentes correntes epistemológicas e sua visão sobre o ensino e a aprendizagem. O problema do Conhecimento no Racionalismo e o debate contemporâneo sobre a distinção entre Ciência e Conhecimento. O problema do Conhecimento no interior do Racionalismo Clássico (inatismo e empirismo) e suas implicações para o ensino. O Método Científico no interior da Filosofia da Ciência Contemporânea. A filosofia crítica de Popper, os paradigmas de Kuhn e os autores contemporâneos. Demarcações das visões filosóficas a respeito da natureza da ciência e do conhecimento científico sobre o ensino das ciências.
2022	História e historiografia da ciência. A construção de uma visão científica do mundo. Abordagem histórico-filosófica da ciência no ensino das ciências, Matemática, Física, Química e Biologia.  * O título das disciplinas HFC também foi alterado em 2022, pois na grade anterior denominava-se História, Filosofia e Ensino de Ciências.	A natureza do conhecimento científico. O método científico no interior da Filosofia da Ciência. As diferentes correntes epistemológicas. O problema do Conhecimento no interior do Racionalismo Clássico (inatismo e empirismo) e suas implicações para o ensino. A filosofia crítica de Popper, os paradigmas de Kuhn e os autores contemporâneos.

Explicitamente a disciplina de EEC apresenta em sua ementa a NdC como um tema a ser abordado em aulas de modo direto. Já na disciplina de HFC temos alguns conceitos e elementos que remetem a NdC, por exemplo: “construção de uma visão científica de mundo”, ou ainda, por meio da “abordagem histórica-filosófica da ciência” e seu ensino, que nos permite compreender a relação metacientífica como elementos que podem contribuir com uma formação docente para a compreensão da NdC. Entendemos que isso corrobora a ideia de que a formação do professor das ciências envolve e demanda uma discussão histórica, que esteja contextualizada e seja problematizada (Scheid, Ferrari & Delizoicov, 2007).

Ao analisarmos as ementas dos cursos, observamos que ambas as licenciaturas buscam uma formação de professores que, antes de ensinarem ciências, compreendam a NdC. Assim, podemos afirmar que os cursos, assim como propõem Longhini & Gangui (2011), que levam em conta que uma educação científica é muito mais do que aprender conteúdos das ciências, estão relacionadas ao conhecimento dos processos de produção do conhecimento científico e suas relações com a sociedade e com a história, ou seja, o que permite superar a ideia de “ciência verdadeira”, ou a dicotomia entre ciência e sociedade. É neste sentido que vislumbramos nas ementas e nestas disciplinas possibilidades de uma formação docente que, após compreensões acerca da NdC, avancem para o uso pedagógico das diferentes abordagens metacientíficas, que promovam debates sobre os olhares da ciência, do fazer ciência, articulados às questões sociais complexas, controversas e que versam também sobre justiça e equidade (Venturi *et al.* 2022). Elementos que consideramos, enquanto também formadores de professores, necessários para o desenvolvimento de uma formação científica de estudantes da educação básica. A intenção dessa discussão teórica foi a de permitir melhor compreensão acerca do que queremos dizer quando nos reportamos a NdC, enquanto conceito chave desta investigação, bem como estabelecer sua relação com a formação de

professores e apresentar as disciplinas em que a pesquisa foi realizada. Elementos estes essenciais ao nosso objetivo de compreender como nossos licenciandos constroem suas concepções de ciência, de conhecimento científico e de como ele é produzido, ou seja, suas concepções sobre a NdC. Para tanto, apresentamos a seguir nossa estruturação metodológica.

### Análise dos dados

Para a realização da análise dos dados nos pautamos na análise de conteúdo de Bardin (2011) que propõe que o conteúdo seja analisado por meio de três etapas que foram executadas neste estudo: pré-análise, na qual houve a exploração inicial das respostas do VNOS-C; análise e tratamento dos resultados obtidos, momento de análise detalhada e conforme critérios pré-estabelecidos após a exploração do material; e interpretação dos resultados encontrados com base na teoria pré-estabelecida pelo campo de estudos.

A partir dos elementos estruturais do questionário, elencadas pelos autores que utilizaram o VNOS-C, especialmente em Durbano (2012), *a priori*, utilizaríamos as seguintes categorias: “Leis e teorias científicas”, “criatividade e imaginação” “conhecimento científico é determinado por teorias”; “conhecimento científico é provisório” e “conhecimento científico está inserido na cultura”, conforme tabela 2.

**Tabela 02** – Aspectos da NdC presentes no VNOS-C (Adaptado de Durbano, 2012, p.51).

Aspecto da NdC investigados	Questões do VNOS
Leis e teorias científicas	6
A criatividade e imaginação na construção do conhecimento científico	8
Conhecimento científico é determinado por teorias	9
Conhecimento científico está inserido na cultura	10
Conhecimento científico é provisório	7

Porém, após a exploração inicial das respostas, adaptando às respostas mais significativas obtidas e buscando entender de modo mais amplo como nossos alunos compreendiam o que é ciência e a forma de fazer ciência, realizamos algumas alterações na proposta de Durbano (2012), conforme tabela 3 a seguir.

**Tabela 03** – Categorias adaptadas utilizadas em nossa análise acerca da NdC, via aplicação do VNOS-C.

Aspecto da NdC investigados	Questões do VNOS
Concepção sobre o que é ciências	1
Concepção sobre o fazer científico e o papel do experimento	2 e 3
Entendimento acerca de Leis e teorias científicas	6
A criatividade e imaginação na construção do conhecimento científico	8

É importante esclarecer que não esgotamos todas as possibilidades presentes e passíveis de análise no VNOS-C, optamos por utilizarmos apenas alguns aspectos da NdC presente neste instrumento. Apresentamos a seguir os resultados a partir das quatro categorias elencadas e que melhor representam as respostas de nossos sujeitos de pesquisa, acerca dos temas que lhes são apresentados nas disciplinas de HFC e EEC durante sua formação inicial, no contexto de pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em seus estudos sobre o passado, o presente e o futuro das investigações acerca da NdC, Lederman (2007) estipulou sete aspectos a serem levados em conta para o seu entendimento, já mencionados anteriormente. Nossas cinco categorias, inspiradas inicialmente no trabalho de Durbano (2012), também levam em conta essas outras dimensões apresentadas por Lederman (2007). Apresentamos a seguir nossa

análise, pautados em seis questões do VNOS-C, conforme Tabela 03, tendo os subtítulos como base as categorias definidas por meio da AC.

### Concepções sobre o que é ciência

Para Lederman (2007), definir a NdC é similar a voltarmos a nossa questão mais basilar sobre o que é ciência? Trata-se de um corpo de conhecimentos, uma forma de conhecer. “NdC tipicamente se refere a epistemologia da ciência, ciência como uma maneira de conhecer, ou valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento” (Lederman, 2007, p.833, tradução dos autores). Neste sentido, agrupamos no gráfico, disponível na figura 2, as principais palavras e expressões que emergiram nas respostas dos estudantes acerca da primeira pergunta do VNOS-C, que se refere ao questionamento “o que é ciência e como ela se diferencia dos demais tipos de conhecimento”.

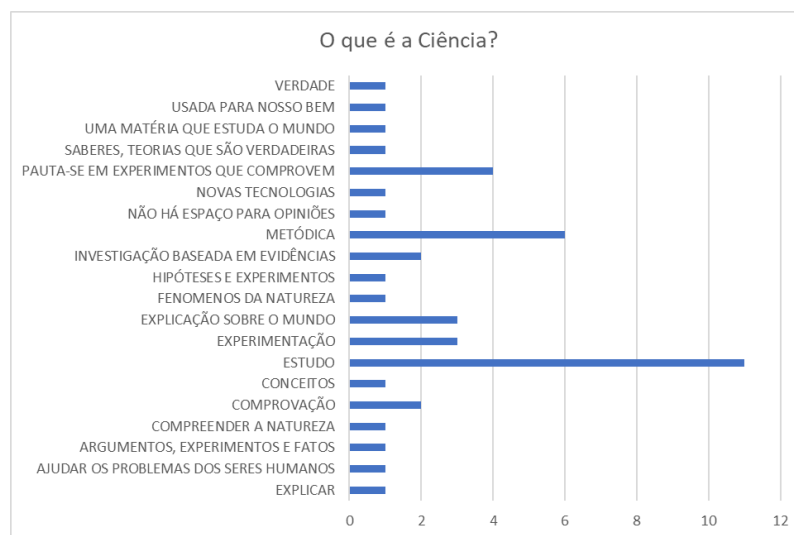


Figura 2 – Gráfico acerca das visões de ciência emergentes.

As palavras com maior ênfase foram **estudo e metódica**, demonstrando que os futuros docentes reconhecem que a ciência é resultado de estudos realizados por meio de métodos sistematizados. Observamos que uma visão geral de que a ciência precisa ou depende de atividades experimentais e de um método. Vejamos nos excertos a seguir maiores detalhes das respostas dos estudantes.

*“É algo que pode provar a sua eficácia por experimentos. Prova os conhecimentos. Ciência pra mim é conhecimento, ela busca compreender as curiosidades que vão surgindo no decorrer da existência humana, o "porquê" de cada pergunta. E o mais incrível é que quanto mais aprendemos descobrimos o quão pouco sabíamos e assim sucessivamente já que ela é viva e está sempre mudando (Gbio01)”.*

*“É o estudo objetivo de uma determinada área (Gbio09)”.*

*“A ciência é o fundamento que se baseiam todas as coisas do universo pautadas em experimentos que as comprovem, como por exemplo, a cor das folhas a partir de suas composições (Gbio15)”.*

*“A ciência, na minha opinião, é um conhecimento onde é possível comprová-lo ou torná-lo falso através de experimentos e observações, seguindo uma metodologia adequada, essa metodologia é o que torna a ciência diferente das outras formas de inquisição da realidade (GexE05)”.*

*“Ciência significa conhecimento, diz respeito a todo conhecimento adquire a partir de estudos ou práticas, obedecendo leis que foram verificadas por métodos experimentais (GexE08)”.*

As respostas dos alunos da disciplina de HFC majoritariamente se pautaram na visão mais clássica ou positivista, em que a ciência é entendida como um corpo de conhecimento pautado em atividades experimentais e que, nas palavras deles, comprovem alguma teoria ou hipótese. Essa visão aproxima-se do

empirismo ou do realismo clássico mencionado por Bachelard (1984), são concepções que exigem a “aplicação de um método” vinculado à observação e experimentação para obtenção de resultados comprovados. Visão está vinculada ao que Treagust, Won & Duit (2014) alertam como riscos para a Educação em Ciências, pois vincula ciência a uma visão positivista ou pós-positivista junto à docentes, ou futuros docentes, renunciando às visões interpretativistas de ciência, que se pautam a um realismo ontológico. Neste sentido, entendemos que os riscos podem estar relacionados a compreensão de ciência vinculada estritamente às ciências naturais e exatas (abdicando de compreensões de ciências humanas e sociais), mas também ao fato de compreender as ciências educacionais da mesma forma, que poderia implicar na concordância de que para “conhecer” o fenômeno da aprendizagem dos estudantes e a eficácia das estratégias didáticas, bastar-se-ia a aplicação de provas para medir acertos e erros dos estudantes, comparando-os, ou seja, utilizando-se de um método sistematizado e experimental. O que já se encontra superado na pesquisa em Educação em Ciências (Treagust *et al.*, 2014).

Mesmo entre alguns alunos de EEC ainda permanece tal visão, porém, não é a visão majoritária entre esse grupo de alunos, como podemos visualizar no excerto a seguir:

*“A Ciência é um consenso entre cientistas, porém ela não é metódica: não existem métodos a serem seguidos, e sim passos. É errado dizer que ela se inicia com a observação, pois sabemos que não existe um observador imparcial em relação à sua visão de mundo. Na Ciência não há espaço para opiniões pessoais e isso faz dela diferente de outras formas de inquisição da realidade (GexE10)”.*

Para GexE10, a palavra “passos” substituiria melhor o termo método, buscando demonstrar que são vários os métodos possíveis para construir conhecimento científico. Entendemos que no seu ponto de vista já passou a existir certa relativização da ideia de como a ciência é feita, trazendo para sua resposta uma importante discussão feita em sala de aula, pautada em Chalmers (1993) acerca da visão clássica de método científico. Uma defesa similar é feita por GexE04 em sua resposta, transcrita a seguir:

*“Ciência, na minha opinião, é um conjunto de saberes em consenso (teorias) que são consideradas verdadeiramente científicas. Além disso, para se chegar nas teorias finais aceitas, há variadas experiências tanto observacionais quanto experimentais, ou seja, tudo isso faz parte da ciência, desde o processo até o produto final. A ciência se difere de inquisições da realidade como a religião ou outra forma de interpretar a realidade, por não levar em conta em suas afirmações achismos e/ou crenças do senso comum, lidando apenas com fatos verídicos ou que ainda serão verificados (GexE04)”.*

Provavelmente o estudante pautou-se nas discussões realizadas de diferentes pontos de vista epistemológicos apresentados na disciplina de HFC e EEC. Mas compreende que as teorias seriam “conjuntos de saberes em consenso”, ou seja, validado pela comunidade de pesquisadores de cada área. No entanto, como veremos mais adiante, não há clareza nas definições sobre o que são as teorias científicas e seu papel na construção do conhecimento. Há também uma ênfase acerca da visão única de ciência como fruto da experimentação, como reforçada na resposta apresentada a seguir.

*“Aquilo que não tem base em mitos para explicar o universo, e é isso que a difere de outras formas de inquisição de saberes, a necessidade de fatos concretos, investigação e teste para alegar algo como uma verdade (GexE07)”.*

Ao utilizar a palavra “teste”, entendemos que GexE07 deixa explícito, de certa forma, que a única maneira de fazer ciência é no laboratório. Como aponta o estudo de Guidotti & Heckler (2017), há diversas etapas da educação científica e que interferem diretamente na concepção de experimentos. Provavelmente, essa ideia arraigada de que ciência só se faz em laboratório (com testes e experimentos) seja fruto da visão escolar que os alunos trazem até a Educação Superior. E, certamente, não conseguimos mudar essa concepção sem desfazer a ideia de como se faz ciência em outras áreas que não as ciências exatas ou naturais. Ainda de acordo com Portugal & Broietti (2020, p. 8), essa visão pautada apenas na natureza empírica do conhecimento científico pode levar o futuro professor a “reproduzir em suas práticas a visão de que um experimento é útil para comprovar uma lei ou corroborar uma teoria previamente discutida”. Ou seja, reproduzindo a ideia de que a experimentação é um passo final que serve para comprovar algo e não está presente em outras etapas da construção do conhecimento científico. Fator este, como já mencionamos anteriormente, que desconsidera as pesquisas feitas em ciências sociais e humanas, cujas formas de pesquisar são diferentes, mas também já consensuada naquela área. Neste sentido, parece-nos que há certa dificuldade de compreender a NdC e os processos investigativos de cada área do conhecimento.

Lederman (2007) destaca que existe importante diferença entre a NdC e o processo de investigação científica. Não se trata de sinônimos, mas estão intimamente ligados. Anderson (2002), apresenta uma pesquisa acerca do papel da investigação na estruturação dos currículos de ciências dos Estados Unidos. Nessa pesquisa, o autor destaca que embora a investigação seja uma excelente ferramenta para organizar o currículo de ciências, há que se levar em conta que esse termo possui múltiplos significados. E tal multiplicidade aparece no entendimento dos documentos oficiais dos currículos bem como nas próprias práticas dos professores. Na sequência, apresentamos a sistematização sobre o que os estudantes entendem acerca do papel do experimento na ciência, em que verificamos as compreensões acerca do processo de investigação.

### Concepções sobre o fazer científico e o papel do experimento

As ideias sobre a experimentação, que veremos a seguir nos extratos selecionados, nos apresentam a visão muito mais acerca do processo de investigação científica em si do que dos aspectos da NdC, o que pensávamos investigar a partir das perguntas 2 e 3. Destacamos nas falas os termos que mais aparecem em suas respostas:

*“É a forma de **comprovação** ou tentativa de **confirmação** de uma teoria ao qual a ciência explica ou pretende explicar (GexE01)”.*

*“É tentar **provar sua teoria** de maneira que outros possam ver e reproduzir (GexE03)”.*

*“Experimento é uma **comprovação** daquilo que se está afirmando. Pode ser entendido como uma “comprovação” de uma teoria (GexE11)”.*

*“É uma forma de **comprovar** uma teoria, um modo de buscar compreender se sua hipótese está correta (Gbio27)”.*

*“É uma forma de **confirmar** alguns fenômenos, ou até mesmo validar teorias, testar métodos, entre outros (Gbio13)”.*

*“É um teste que visa **comprovar** uma hipótese científica, por meio de métodos que possam ser reproduzidos por qualquer cientista (Gbio31)”.*

*“É uma testagem de algo que eu **já pressuponho** ou que eu **quero descobrir** (Gbio32)”.*

Os termos mais citados foram “confirmar e comprovar”. Eles representam a visão de que o experimento é um procedimento final do fazer científico, que serve ao propósito de demonstrar que certa ideia, teoria ou hipótese estava correta. De acordo com a revisão bibliográfica de Gonçalves & Goi (2021), nas discussões sobre as atividades práticas o que se sobrai é a visão simplista sobre a experimentação. Essa visão pautada no empirismo, preconiza a ideia de primeiro observar para depois teorizar (Galiazzi & Gonçalves, 2004). Entretanto, duas repostas dos alunos de EEC vão um pouco além desta compreensão, apresentando uma certa complexificação desse processo:

*“Um experimento é **uma série de procedimentos** feitos a partir de um método, denominado método científico cujo principal objetivo é buscar coletar informações importantes (uma coerência lógica ou uma contradição lógica) sobre determinada hipótese defendida por aquele que faz a experiência ou que busca resolver um problema (GexE06)”.*

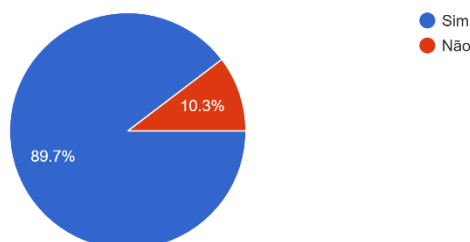
*“Os experimentos fornecem **uma forma estruturada e controlada de coleta de dados** e teste de hipóteses. Eles desempenham um papel fundamental na obtenção de conhecimentos científicos experimentados e na validação ou refutação de teorias. Na química experimento também significa ir para o laboratório e realizar atividades práticas, essas atividades só acontecem com base na literatura estudada, ou seja, tem que estar fundamentada (GexE10)”.*

O que se apresenta nas respostas de GexE06 e GexE10 é o entendimento de que a atividade experimental é parte integrante do método científico, realizada a partir de passos estabelecidos. E que, serve para coletar informações, obter conhecimentos, e validar ou refutar hipóteses. Tais respostas corroboram com

análise de El-Hani, Tavares & Rocha (2004), a partir do entendimento de que experimentos podem se referir a um conjunto de observações feitas de maneira controlada. Contudo, as concepções dos estudantes permaneceram vinculadas a existência de um único método científico, e racionalismo empirista e positivista (Treagust *et al.*, 2014).

Ainda nesse aspecto, majoritariamente os alunos responderam que o desenvolvimento do conhecimento científico requer o uso de experimentos, conforme demonstrado no gráfico da figura 3, a seguir.

3. O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos?  
58 respostas



**Figura 3** – Visão acerca da experimentação para produção do conhecimento científico.

Dos estudantes que responderam não, todos são da turma de HFC, para nossa surpresa. Inferimos que isso possa ter ocorrido porque se trata de acadêmicos de LCB cuja natureza de sua própria área de estudos, que nem sempre envolve um laboratório, estejam mais abertos a perceberem que existem outras formas de se conduzir uma investigação científica. Como apontam El-Hani, Tavares e Rocha (2004), “[perde-se] de vista a existência de métodos cientificamente válidos que não são experimentais, a exemplo do método comparativo”. Ou ainda, complementaríamos, por nossa parte, os métodos empregados pelas ciências humanas e sociais, inclui-se aí as pesquisas em educação e da própria Educação em Ciências.

Vamos analisar agora, a partir dos extratos, a sequência da questão acerca da necessidade de explicação sobre o porquê da experimentação e demandava a defesa da opinião com exemplos:

*“Nem sempre o conhecimento científico que vamos obter vai requer experimento, lembrei da profª [nome da professora de HFC] falando do Big Bang. que é uma teoria mais aceita e que não tem nada ainda que realmente a comprove (Gbio02)”.*

*“Na maioria das vezes sim, porém existem exceções. Existem fenômeno que impossíveis de serem colocados em teste. Um exemplo é o buraco negro, que foi descoberto antes mesmo de existir tecnologia para detectá-lo (Gbio06)”.*

*“Porque não são a única forma de desenvolver o conhecimento científico, pois o método é flexível e consegue se adaptar (Gbio36)”.*

Para Gbio02, o Big Bang é um bom exemplo de teoria científica que não é feita em laboratório, embora possa haver certa confusão entre teoria comprovada ou em fase de testes. Vamos abordar mais adiante essa questão novamente. Na mesma área, Gbio03 apresenta a ideia dos buracos negros como uma ideia que não foi propriamente testada em laboratório, mas inferida teoricamente. Gbio36 entende que, por ser o método científico flexível, podem existir diferentes formas de fazer ciências, mas não deu nenhum exemplo para concretizar sua ideia. Apesar dessas considerações, observamos dificuldades dos estudantes em apresentarem exemplos para defenderem suas visões.

As demais respostas, que definiram que a ciência precisa ser feita via experimento científico, defendem seu ponto de vista como expressamos nos excertos a seguir:

*“Por exemplo a ciência aristotélica defendia que os astros eram esferas perfeitas, mas Galileu conseguiu provar através da invenção da luneta que a lua não era uma esfera perfeita. Outro exemplo é ainda sobre a ciência aristotélica, que acreditava que cada elemento tinha seu lugar apropriado, mas através de experimentos a*

*explicação das coisas caírem para baixo é devido à gravidade descoberta por Newton (GexE05)”.*

*“Porque o conhecimento científico necessita de provas para ser considerado uma verdade, um exemplo as vacinas que precisam ser testadas milhões de vezes até ser ditas eficazes para proteger de tal doença (GexE07)”.*

*“Porque o experimento é o que mostra se a pesquisa deu certo ou não (GexE02)”.*

*“Sim, com experimentos é possível não só confirmar as teorias, mas também torna mais fácil a compreensão de tal, tornando-a mais dinâmica. Como por exemplo, usando experimentos químicos é possível comprovar que a água de determinado rio possui mais poluentes hoje do que há dez anos, com isso, o sistema de saneamento pode se aperfeiçoar para garantir o melhoramento hídrico de certa região (Gbio15)”.*

*“Sem experimentos não tem como comprovar se certa hipótese é correta ou não. Como por exemplo Pasteur refutou a partir de um experimento a teoria dominante em sua época, a abiogênese. Sem a contribuição dele, a humanidade continuaria achando que a vida pode vir da não vida e a ciência não teria progredido da forma que progrediu (Gbio17)”.*

Reforçam assim a ideia de que os experimentos comprovam, confirmam e provam conhecimentos científicos. Se nos debruçarmos no exemplo de GexE07, temos uma situação bem interessante na história da Astronomia. De fato, o uso da luneta para olhar, por exemplo, a Lua e os planetas, trouxe consequências que culminaram por ruir o império da visão geocêntrica de universo (Porto & Porto, 2008). Porém, essa revolução, como denomina Thomas Kuhn (2009), levou mais de 200 anos para se concretizar. Esse é um dos tópicos que abordamos em HFC, porém, percebemos que as limitações de entendimento, e talvez um certo imediatismo levam os alunos a deduzirem que um experimento gerará uma prova que será imediatamente aceita pela comunidade científica. Do mesmo modo, a história das vacinas citadas por GexE07, demonstra que o conhecimento para produção de vacinas trata-se de um processo histórico e social de acúmulo de conhecimento, iniciados por chineses e turcos no século XV, com destaque para o trabalho de Edward Jenner em 1796 (Guzzo & Dall'alba, 2021). Jenner, levando em conta os conhecimentos já acumulados, observou que ordenhadeiras de leite que haviam sido contaminadas com varíola bovina, quando adoeciam, desenvolviam varíola humana de forma mais branda, assim surge a técnica de “variolação” a partir da inoculação de material biológico retirado das feridas nas mãos das ordenhadeiras, que constituiu-se oficialmente na primeira vacina (Guzzo & Dall'alba, 2021). Processo aprimorado no século seguinte por Louis Pasteur, com a técnica de atenuação de cepas contra a cólera aviária (Fernandes, Lanzarine, Homma & Lemos, 2021). Ou seja, a HFC nos permite ensinar e aprender os motivos pelos quais, muito além dos experimentos são necessários acúmulos de conhecimentos para a elaboração de considerações, conclusões ou produtos científicos e tecnológicos, não são processos decorrentes exclusivamente da experimentação atemporal. Assim, diferentemente do que menciona GexE07, uma vacina não requer ser “testada milhões de vezes” para ser eficaz na proteção de doenças, pois o acúmulo de conhecimento nos permite e permitiu recentemente produzir uma vacina em eficaz contra a Covid-19 em oito meses.

### **Entendimento acerca de leis e teorias científicas**

Com relação à ideia sobre teorias e leis científicas, aspecto relevante apontado por Lederman (2007, p.833, tradução nossa) para compreender a NdC, entretanto os indivíduos “possuem uma simplista e hierárquica visão da relação entre leis e teorias científicas, onde uma teoria se torna lei”. Nesse sentido, sem compreenderem que se trata de tipos diferentes de conhecimentos, esses conceitos são utilizados de forma equivocada. Ainda para o autor, as leis têm o status de descreverem as relações entre fenômenos observados, e as teorias seriam explicações inferidas dos fenômenos observados. Para Lederman (2007, p. 833) “os modelos são exemplos bem concretos de teorias”, além disso, como aponta o autor, “as teorias são produtos legítimos das leis científicas”. No entanto, como podemos perceber a seguir, essa distinção não está tão clara nas respostas dos nossos sujeitos:

*“Uma teoria ainda não foi comprovada, a lei é algo que foi testado e ainda assim se provou coerente (GexE03)”.*

*“A teoria pode estar correta ou não, portanto é possível de questionamentos. Já a lei é determinada (Gbio07)”.*

*“Teoria científica está relacionada a acontecimentos que são explicados, mas que não é sempre certo, ou seja, não pode afirmar se a teoria pode ser sempre aplicada. No entanto, a lei científica, é algo que sempre ocorre de uma maneira definida, sem exceção (GexE01)”.*

*“Acredito que teoria é uma suposição de determinado acontecimento estudado com embasamento técnico científico e uma lei é que a partir da teoria se concretiza tornando vigente para tomar determinadas ações sobre (Gbio09)”.*

*“[...] teoria científica é algo que ainda não foi testado, ainda não obteve dados suficientes para sua comprovação ou não acontece com tanta frequência. Já uma lei científica é algo que ocorre em todos os casos já testados, como a Lei da Inércia, que se comprovou real em todos os experimentos feitos (Gbio16)”.*

*“Sim, as teorias buscam explicar fenômenos, ao passo que, as leis são um padrão genérico de fenômenos, logo a evolução trata-se de uma teoria (Gbio03)”.*

Fica evidente nos excertos selecionados, e que representam majoritariamente as respostas obtidas, que os estudantes, sujeitos de nosso estudo não compreendem a distinção do status epistemológico entre lei e teoria, portanto não há clareza com relação a esses termos. Percebemos que essa é uma conceituação frágil na compreensão dos estudantes acerca da NdC, portanto reconhecemos a necessidade de ampliarmos as discussões em HFC e em EEC, enquanto formadores. Consideramos que, em se tratando da formação inicial do professor de Ciências (Química, Física, Matemática e Biologia), essa discussão é extremamente relevante para o entendimento da própria história da ciência e dos elementos da NdC discutidos por Lederman (2007), assim como das relações entre as metaciências elencadas por McComas & Olson (1998).

Como apontam Mulvey, Parrish & Reid (2021, p. 549, tradução nossa), em estudo realizado com professores, comumente se define que uma “lei foi comprovada, então sabemos que aconteceu/é uma ideia real que existe. No entanto, teorias são ideias que não podem/ainda não foram comprovadas”. Os autores propõem o uso de uma rede de análise epistemológica que é individual e que demonstra o nível de complexidade e estabelecimento de relações entre diferentes aspectos da NdC, após um curso sobre esse tema. Esse olhar mais amplo possibilita estabelecer relações mais complexas para o entendimento individual de como os alunos se apropriam desse tema e de seus conceitos. Ainda como definido por Porlán & Rivero (1998, p. 135, citado por Harres, 1999, p. 203):

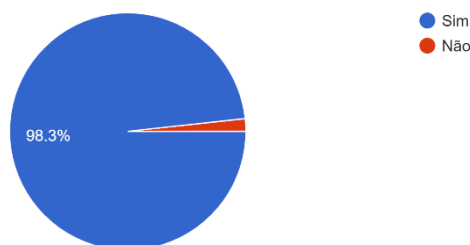
*[...] existe um conjunto de concepções metadisciplinares que constituem autênticas cosmovisões ou epistemologias pessoais e que afetam parcelas importantes das nossas crenças pessoais e profissionais. [...] Estas cosmovisões influem, portanto, no conhecimento dos professores e podem explicar [...] contradições aparentes em âmbitos mais específicos de seu modo de significados.*

É preciso, portanto, investigarmos esse tema com maior amplitude, tendo em vista que concepções epistemológicas podem desencadear posturas didáticas (Becker, 1994), ou reforçarem obstáculos didáticos e pedagógicos para a compreensões epistemológicas sobre a ciência e o fazer ciência, como mencionam Astolfi (1993). As dificuldades e incompreensões de nossas licenciandas e licenciandos sinalizaram a necessidade de discutirmos ainda mais a questão que envolve a compreensão de teorias e leis, motivo pelo qual, na sequência, vamos apresentar na figura 3, a representação das respostas dos estudantes acerca da questão 06 do VNOS-C, em que os estudantes foram questionados se uma teoria científica pode ou não mudar. Essa questão visou complementar o entendimento acerca das teorias científicas e da forma como os alunos compreendem o fazer científico.



6. Depois que os cientistas desenvolvem uma teoria científica (ex: teoria atômica, teoria da evolução), a teoria pode mudar?

58 responses



**Figura 4** - Representação das respostas para a questão 6 do VNOS-C

Todos responderam que sim, exceto Gbio27. Vejamos o que esse aluno responde ao justificar sua resposta:

*“Acredito que elas não mudam pois elas não estão “erradas”, e sim serão reformuladas para ideias mais complexas e comprovadas (Gbio27)”.*

Aqui podemos perceber uma ideia interessante, pois o aluno entende que uma mudança só seria possível se a teoria estivesse errada. Na visão deste estudante, as teorias vão se complementando (reformulando), ela não muda por estar errada, ela é complexificada, chegando mais próximo daquilo de fato defende-se enquanto teoria, na NdC. Uma lacuna que percebemos aqui é a falta de dialogar mais com os estudantes acerca da temática, é o que inferimos a partir de suas respostas. Entretanto, por meio de uma entrevista, talvez fosse possível esmiuçar essa ideia e entender melhor o sentido de teoria para esse aluno, buscando exemplos e outras formas de explicá-la, algo extremamente importante para um aluno de Ciências Biológicas, cuja área é dependente e originária na teoria da seleção natural - evolução - de Charles Darwin.

Já os estudantes que responderam que sim, as teorias mudam, apresentamos as justificativas em alguns excertos selecionados a seguir:

*“As teorias mudam devido novas descobertas (GexE02)”.*

*“As teorias mudam, pois, na maioria dos casos, são coletados dados que comprovam que a teoria não está completamente certa, sendo, nessas situações, aperfeiçoadas essas determinadas teorias e construindo uma teoria aceita e verificada (GexE04)”*

*“As teorias mudam porque a ciência não é imutável e eterna, assim como Toulmin diz é um processo de evolução e seleção. A Natureza e seus fenômenos podem mudar, assim como a ciência (GexE12)”.*

*“As teorias mudam mediante a novas descobertas ou a maneira como possam ser interpretadas (Gbio02)”.*

*“Teorias podem sim mudar, como a da Evolução que foi incrementada com a descoberta da genética por Mendel e a Teoria atômica foi totalmente reformulada com o experimento de Rutherford. Quanto mais a ciência avança, mas nós podemos deixar teorias passadas mais elaboradas (Gbio17)”.*

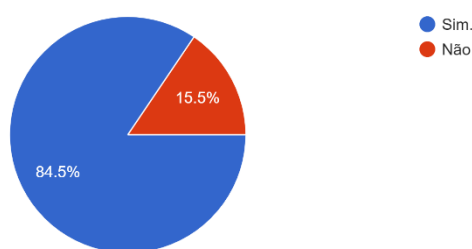
Apesar das incompreensões acerca do que de fato representa uma teoria e de relativizá-las, tal qual por exemplo a teoria da evolução que é vastamente evidenciada por fósseis, pela genética, dentre outros elementos, reconhecemos que os alunos de ambas as disciplinas defendem a ideia de que a ciência muda, portanto, as teorias também podem mudar. Talvez seria interessante perguntar, como complemento a essa questão, se eles acreditam que leis científicas mudam, para comparar com as ideias que eles possuem sobre leis e teorias. Talvez seja bem mais fácil para eles compreenderem que as teorias mudam porque, como visto no item anterior, eles já pressupõem que teorias são mais propensas a mudanças porque são transitórias. Contudo, reconhecemos que a relação entre o conceito de teoria e sua relativização possa ter uma relação

muito mais semântica do que de fato científica. O que demonstra a necessidade de aprofundamento teórico e dos processos de ensino na formação destes professores. Neste aspecto, podemos observar e, na próxima seção apresentaremos as relações, correlacionar a NdC com a criatividade.

### A criatividade e imaginação na construção do conhecimento científico

Neste tópico apresentamos as respostas que obtivemos para as questões 8a e 8b, que dizem respeito, respectivamente, a ideia da presença e importância da criatividade no fazer científico e a necessidade de os alunos justificarem com um exemplo sua resposta.

8. Cientistas desenham experimentos/ investigações quando tentam encontrar uma resposta para suas questões. Os cientistas usam sua criatividade e imaginação durante essas investigações?  
58 responses



**Figura 5** - Representação das respostas para a questão 8 do VNOS-C

Apenas 7 sujeitos responderam que não, afirmando que (grifos nossos):

*“Acredito que criatividade e imaginação podem remeter as coisas que **não são de fato reais**, para a construção do conhecimento científico devemos nos basear em evidências e comprovações para formularmos teorias. A criatividade pode caber nesse desenvolvimento para explicar como funciona determinada teoria e na realização de experimentos (GexE03)”.*

*“Eles estudam com base nas teorias que já foram estudadas, um exemplo é o modelo do átomo (GexE10)”.*

*“Porque a ciência exige comprovação, a imaginação não pode ser comprovada (Gbio07)”.*

*“Eles ilustram os fatos da realidade que comprovem determinadas teorias científica, como por exemplo o ciclo do nitrogênio, ilustrado de maneira que torne visível os gases que não somos capazes de enxergar, além de seus outros aspectos (Gbio15)”.*

*“Acredito que eles possam pensar em algo imaginário para ter ideias de experimentos, **mas apenas se baseiam nos fatos que são encontrados e não fantasiam teorias** (Gbio32)”.*

*“O conhecimento científico se **baseia em teorias reais e utiliza de experimentos para comprovar esse pensamento**. Por exemplo, a teoria do átomo de Bohr não deriva da imaginação, pois se colocarmos á teste real, veremos que seus resultados são plausíveis (Gbio37)”.*

*“Os cientistas **se baseiam nas teorias** que já foram descritas e assim começam seus experimentos, baseados em teorias científicas (Gbio38)”.*

Provavelmente, o termo imaginação os remeteu a uma ideia de algo que não é real, diferentemente da ideia de interpretação e correlações, como propõe a racionalidade ontológica (Treagust *et al.*, 2014). Como podemos perceber nas respostas acima, termos como “teorias reais”, “se baseiam em fatos”, “experimentos para comprovar” atestam essa nossa interpretação. Como dito por GexE03 “criatividade e imaginação podem

remeter a coisas que não são de fato de reais”. E mesmo entre quem respondeu que “sim”, os cientistas fazem uso da imaginação e criatividade, um aluno complementou suas respostas a desconsiderar a interpretação como segue a seguir:

*“Talvez a expressão correta não seria “imaginação e criatividade”, mas sim “hipóteses, experimentos, resultados e conclusões”, pois é em cima disso que os cientistas trabalham (Gbio31)”.*

Esse trecho ilustra bem o quanto o “peso” semântico das palavras pode custar a interpretação da ideia subjacente na pergunta. Parece-nos que, para Gbio31, imaginação e criatividade são termos que não deveriam estar misturados com ciência. Isso porque, do seu ponto de vista, eles remetem, possivelmente, a coisas bem diversas, e até implicam em certos aspectos do cotidiano que não tem relação direta com a ciência, num primeiro momento, atrelados à termos místicos e pseudocientíficos. Entretanto, desconsideram o realismo ontológico e a necessidade de interpretação, de criatividade na correlação com as teorias, de articulação teoria e epistemologia.

Já os alunos que afirmaram a possibilidade de os cientistas fazerem uso da criatividade e da imaginação, defendem seu ponto de vista conforme segue nos excertos a seguir, com grifos nossos:

*“Em todos os estágios **são necessários a imaginação e criatividade, como na hora de encontrar um problema e de formular uma hipótese**, no momento de experimentação e coleta de dados (Gbio33)”.*

*“Desde o começo até o final do processo, a criatividade se mantém presente. O **ato de pensar sobre uma ideia/solução para melhorar algo, requer tanta criatividade quanto as habilidades necessárias para executar tal ideia (Gbio25)”.***

*“Em todas as etapas é necessário utilizar a imaginação. Afinal, mesmo que as ferramentas já existam, elas não geram resultados novos sem o uso da criatividade. Alguns exemplos seriam o uso de câmeras camufladas como animais para atraí-los e capturar imagens ou Rutherford que usou radiação alfa para desenvolver sua teoria para o modelo de átomo (Gbio18)”.*

*“A **criatividade é um elemento imprescindível** ao desenvolvimento científico, pois ela nos traz a curiosidade de algo, de forma geral ela pode ajudar os pesquisadores a abordarem os problemas a partir de novas perspectivas e a elaborarem soluções não convencionais para uma ampla variedade de problemas. Um exemplo que posso citar, é quando estamos no laboratório de química seguindo uma metodologia para analisar um fármaco, quando a metodologia não nos dá resultados esperados, devemos testar outras metodologias até chegarmos nos resultados no qual esperamos, isso requer curiosidade, criatividade e muito estudos para desenvolver uma metodologia nova e assim, chegarmos no resultado final (GexE08)”.*

*“Acredito que em todos os estágios, desde hipótese, é necessário imaginar para tentar entender o que acontece, no planejamento e design usa também para deixar a teoria mais apresentável, na coleta de dados também pois é necessário pensar em qual a melhor maneira de fazer essa coleta e após a coleta, para organizar os dados de uma maneira que seja de fácil compreensão. Então acredito que em **todos os estágios a imaginação e a criatividade são utilizados**. Por exemplo, de que adianta ter uma teoria boa se não é possível pensar na melhor maneira de pesquisá-la, estudá-la, ou ainda tentar explicá-la ou descrevê-la para outras pessoas (GexE04)”.*

É interessante notar que esses estudantes levam em conta a necessidade de o sujeito pesquisador utilizar de sua criatividade e imaginação para a produção científica. Tanto alunos de LCE quanto de LCB levaram em conta a criatividade e da imaginação no planejamento da pesquisa e no seu desenvolvimento. Os alunos concebem que essas etapas são um dos principais espaços da imaginação e da criatividade. Entretanto, o vínculo encontra-se no próprio laboratório, preferindo as discussões relacionadas às interpretações e às fundamentações e diálogos teóricos, relacionado a NdC com a história da ciência, em âmbito social e temporal.

Por fim, ao compararmos os resultados deste estudo com o que realizamos anteriormente Autores (2020), no qual os estudantes apresentavam maior mudança com relação a compreensão do que Lederman chama de NOSI, ou seja, um aspecto metodológico de como se faz ciência, em nosso estudo atual percebemos maior aceitabilidade de ideias como imaginação e criatividade. Com relação ao entendimento de que a Ciência é uma construção humana, e, portanto, passível de estar ligada a questões sociais, políticas e econômicas ainda não há grandes avanços. Podemos perceber por suas respostas a ideia de que o experimento é a base da ciência e de sua confiabilidade, que na mesma medida que os alunos investigados no estudo de 2020, predomina a visão de ciência oriunda das ciências naturais, em especial a Física e a Química. Mesmo entre os estudantes de Ciências Biológicas essa visão ainda prevalece.

Desta forma, neste estudo o que encontramos de novidade foi o fato de que, com as reformas curriculares, houve avanços especialmente por parte dos alunos que não tinham quase nenhuma discussão epistemológica em sua formação. No entanto, ainda há uma incipiente mudança nas concepções dos alunos acerca da NdC que perpassam pela disciplina de HFC e EEP. Isso pode nos apontar para uma nova direção de estudos que veja a questão para além da inserção de temas da NdC no currículo, mas para a forma como eles são trabalhados em sala, ou ainda para a problemática da linguagem e da compreensão dos termos epistemológicos e filosóficos que são utilizados em sala de aula.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista que, no espaço limitado deste artigo, e por nossa opção pela análise qualitativa, não foi possível explorar todas as questões do VNOS-C respondidas pelos alunos. Entretanto, com as questões aqui analisadas acessamos importantes concepções de licenciadas e licenciandos dos cursos de LCE e LCB acerca da NdC, o que por vezes, demonstrou-nos preocupação acerca dos desafios que devemos enfrentar em disciplinas como HFC e EEC enquanto formadores.

As concepções de ciência de nossos estudantes encontram-se enraizadas em perspectivas positivistas e empiristas, que por vezes, reconhecem um único método de produzir ciência, àquele vinculado à experimentação. Assim a experimentação, na visão da maioria dos futuros docentes, assume o papel de elemento de confirmação e comprovação do conhecimento científico, abdicando a teorização, a historicidade, a contextualização social e a temporalidade do fazer científico. Algo que contribui ainda para incompreensões acerca de outros elementos importante para compreensões da NdC como o status epistemológico de leis e teorias, essas últimas frequentemente associadas a algo “não comprovado”, sinonimizadas às hipóteses, ou apresentando uma relação semântica com concepções de senso comum. Além desses elementos, e apesar da criatividade ser reconhecida como importante para o planejamento e desenvolvimento dos processos investigativos, a imaginação na NdC é associada à irreabilidade, pseudociências ou as coisas místicas, desconsiderando seu papel nas interpretações dos dados coletados ou produzidos nas pesquisas.

Esse breve diagnóstico preocupa-nos enquanto formadores de professores para Educação em Ciências, pois são nítidas as compressões de ciência vinculadas ao positivismo e empirismo das áreas das ciências naturais e exatas, desconsiderando as importantes conquistas metodológicas, epistemológicas e ontológicas das áreas de ciências humanas e sociais, em especial das ciências educacionais. Motivo pelo qual, questionamo-nos: será que os alunos entendem o sentido de todas as perguntas da mesma forma que nós? Será que nós, por nossa vez, entendemos exatamente o que eles querem nos responder, especialmente quando não colocam um exemplo para ilustrar sua justificativa? Uma ideia a ser executada em futuros estudos é a de entrevistar mais profundamente os alunos após a aplicação do questionário. Especialmente por considerarmos esta forma de compreender a NdC preocupante em função de seu vínculo com as formas de conhecer que podem ser levadas ao contexto escolar, no planejamento didático dos processos de ensino e de aprendizagem, bem como aos processos avaliativos, que a muito tempo já superaram discussões positivistas no campo de investigação da Educação e da Educação em Ciências.

Embora uma das limitações de nosso estudo tenha sido, na nossa opinião, a falta do recurso de entrevista para melhor compreendermos o pensamento dos alunos. Isso porque, como evidenciamos na análise, pode ser que em alguns momentos tenha ocorrido um conflito de linguagem, interpretação de termos e até mesmo a distorção de uma pergunta. Especialmente com relação ao tema “teoria e leis científicas”. Nesta pesquisa não realizamos entrevistas por um limitante metodológico, optamos pelo uso do VNOs e, até onde conhecemos sua aplicação, ele não requer uso de entrevistas. No entanto, percebemos que diante de certos termos, como teoria, os alunos tendem a utilizar a linguagem de senso comum, ou ainda, que mediante o termo experimento, infiram que estamos falando apenas de fazer ciências no âmbito das ciências naturais.

Portanto, cabem alguns apontamentos para nós autores, docentes das disciplinas de EEC e HFC, e para o campo de pesquisas em Educação em Ciências: são necessários aprofundamentos acerca da história, da filosofia, da sociologia e da psicologia das ciências, ou as metaciências na formação de professores; é necessária uma formação acerca das metodologias, epistemologias e ontologias que permita a compreensão do papel da interpretação e da teorização no fazer científico; assim como é importante destacar a importância do acúmulo histórico e social do conhecimento científico, enfatizando que ele não se dá por uma sucessão de fatos, mas sim por rupturas, estagnação, avanços e é parte de um processo dinâmico e complexo de construção social, historicamente contextualizado, bem como a necessidade de diálogo com este conhecimento acumulado sempre que um novo conhecimento científico está em processo de produção. Esses são elementos da NdC que deixamos também registrados como imprescindíveis a partir de nossos achados neste estudo. Reconhecemos que diversas questões precisam ainda de maior aprofundamento e novos estudos, mesmo que, conforme debatido por Lederman (2007) e por Massoni (2010), ainda careçam evidências de que compreender a NdC mude concretamente algo na aprendizagem de ciências e no uso cotidiano do conhecimento científico. Contudo, até o momento, inferências positivas, principalmente as advindas da área da alfabetização científica (Fourez et al., 1997) nos fazem esperar uma educação científica de melhor qualidade tanto para a educação básica quanto para a formação de professores.

## REFERÊNCIAS

- Abd-El-Khalick, F. (1998). *The influence of history of science courses on students' conceptions of nature of science*. (Unpublished doctoral dissertation). Oregon State University. Corvallis, United States of America.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica,
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: what research says about inquiry. *Journal of science teacher education*, 13(1), 1-12. <http://doi.org/10.1023/A:1015171124982>
- Astolfi, J.P. (1993). Los obstáculos para el aprendizaje de conceptos em ciencias: la forma de franquearlos didácticamente. In C. D. Palacios, Ansoleaga, & A. Ajos(Orgs.). *Diez años de investigación e innovación en enseñanza de las ciencias*. Madrid, España: CIDE.
- Ayala-Villamil, L.A. & García-Martínez, Á. (2021). VNOS: A Historical Review of an Instrument on the Nature of Science. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 17(2), e2238. <https://doi.org/10.21601/ijese/9340>
- Bachelard, G. (1984). *A Filosofia do Não*. São Paulo, SP: Abril Cultural.
- Bachelard, G. (2007). *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo, SP: Edições 70.
- Bartelmebs, R. C. (2016). *Educação em Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola*. (Tese de doutorado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.
- Bartelmebs, R. C., Araujo, C. H. C., & Kitzberger, D. O. (2020). O papel das disciplinas de História, Filosofia e Epistemologia da Ciência nas mudanças das concepções sobre a natureza da ciência de futuros professores. *Research, Society And Development*, 9(1), 1-10. Recuperado de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6218>
- Becker, F. (1994). Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *Educação & Realidade*, 19(1), 89-96. Recuperado de <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/231918>
- Chalmers, A. F. (1993). *O que é ciência afinal?* São Paulo, SP: Brasiliense.
- Chinelli, M. V., Ferreira, M. V. Da S., & Aguiar, L. E. V. (2010). Epistemologia em sala de aula: A natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 16(1), 17-35. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000100002>

- Collins, S., Osborne, J., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What ideas about science should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 1-89. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.10105>
- Dat, D.N., Bien V. & Kraus N. S. (2023). The Impact of the Curriculum on Pre-service Physics Teachers' Nature of Science Conceptions. *Science & Education*, 32(1), 1-28. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00430-x>
- Deng, F., Chai, C.S., Tsai, C.C., & Lin, T.J. (2014). Assessing South China (Guangzhou) High School Students' Views on Nature of Science: A Validation Study. *Science & Education* 23(1), 843–863. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9674-6>
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young peoples's images of science*. Lancaster, United States of America: Open University Press.
- Durbano, J. P. D. M. (2012). Investigação de concepções de alunos de ciências biológicas do IB/USP acerca da Natureza da Ciências. (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-01052013-152707/publico/Joao\\_Durbano](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-01052013-152707/publico/Joao_Durbano)
- El-Hani, C. N., Tavares, E. J. M., & Rocha, P. L. B. (2004). Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 9(3), 265-313. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/529/325>
- Fernandes, J., Lanzarine, N. M., Homma, A., & Lemos, E. R. S. (2021). *Vacinas*. (Col. Temas de Saúde). Rio de Janeiro, RJ: Fiocruz.
- Fourez, G., Englebert-lecompte, V., Grootaers, D., Mathy, P., & Tilman, F. (1997). *Alfabetización científica y técnica*. Buenos Aires, Argentina: Colihue.
- Galiuzzi, M. C. & Gonçalves, F. P. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. *Química Nova*, 27(2), 326-331. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/qn/a/vLwff6qNpbNP9Y8DHbpwzzC/>
- Gonçalves, R. P. N., & Goi, M. E. J. (2021) Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica: Uma Revisão de Literatura. *Revista Debates em Ensino de Química*, 6(1), 136–152. Recuperado de <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2627>
- Guidoti, C., & Heckler, V. (2017). Investigação na educação em ciências: concepções e aspectos históricos. *Revista Thema*, 14(3), 191-209. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.191-209.545>
- Guzzo, G. B., & Dall'alba, G. (2021). A ciência como um processo: lições epistemológicas da pandemia. *ACTIO Docência em Ciências*, 6(3), 1-19. <http://doi.org/10.3895/actio.v6n3.13133>
- Harres, J. B. S. (1999). Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(3), 197-211.
- Harres, J. B. S. (2004). Como evoluem os conceitos científicos? Uma abordagem darwiniana. In *Anais da VI Semana da Biologia do Vale do Taquari*. Lajeado, RS, Brasil.
- Harres, J. B. S., & Porlán, R. (2010). Progressão das concepções de futuros professores sobre as ideias dos alunos na área de ciências. In G. M. Dalpian, A. de M. Vaz, R. de A. Salinas, A. M. F. Neto, M. A. Guazzelli, & B. M. Santos. *Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. (p.107). Águas de Lindóia, SP, Brasil.
- Kuhn, T. S. (2009) *A estrutura das revoluções científicas*. (9a Ed.). São Paulo, SP: Perspectiva.
- Lederman, N. G. (2018). Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry in Biology Teaching (p.335-359). In K. Kampouraks, & M. Relss (Eds.). *Teaching biology in schools*. Abington, United Kingdom: Routledge.

- Lederman, J. S., & Lederman, N. G. (2019). Teaching and Learning of Nature of Science and Scientific Inquiry: Building Capacity Through Systematic Research-Based Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 30(7), 737-762. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2019.1625572>
- Lederman, N. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. Abell, & N. Lederman (Eds.). *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–880). New York, United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Lederman, N. G., & O'Malley, M. (1990) Students' perceptions of tentativeness in science: development, use, and sources of change. *Science Education*, 74(1), 225-239. <https://doi.org/10.1002/sce.3730740207>
- Longhini, M. D., & Gangui, A. (2011). Atividades de ensino em Astronomia a partir de elementos da História da Ciências o caso do movimento retrógrado de Marte. *História da Ciência e Ensino construindo interfaces*, 3(1), 78-95. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/5033>
- Maingain, A., Dufour, B., & Fourez, G. (2002). *Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade*. Lisboa, Portugal: Instituto Piaget.
- Massoni, N. T. (2010). A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de Física: a questão da mudança epistemológica. (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado de <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26489/000754808.pdf>
- Mathews, M. R. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. 12(3), 164-214. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>
- Matthews, M. R. (2012). Changing the Focus: From Nature of Science to Features of Science. In M. S. Khine (Ed.). *Advances in Nature of Science Research*, 3-26. Dordrecht, The Netherlands: Springer. <https://www.bu.edu/hps-scied/files/2012/10/Mathews-HPS-Changing-the-Focus-From-Nature-of-Science-to-Features-of-Science.pdf>
- McComas, W. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. McComas. (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*, 53–70. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Moura, C., Camel, T., & Guerra, A. (2020). A natureza da ciência pelas lentes do currículo: normatividade curricular, contextualização e os sentidos de ensinar sobre ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 22(1), e15631. <https://doi.org/10.1590/1983-21172020210114>
- Moraes, R. (1991). *A educação de professores de ciências: uma investigação da trajetória de profissionalização de bons professores*. (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.
- Mulvey, B. K., Parrish, J. C., Reid, J. W. Para, J., & Peters-Burton, E. (2021) Making Connections: using individual epistemic network analysis to extend the value of nature of science assessment. *Science & Education*. 30(1), 527–555. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00189-5>.
- Mynaio, M. C. de S. (2010). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. (12a. ed.). São Paulo, SP: Hucitec.
- Porto, C .M., & Porto, M .B. D. S. M. (2004). A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 30(4), 4601.2 - 4601.9. Recuperado de <https://www.scielo.br/j/rbef/a/KmH6PRLNwhVd4qCchSkDLzb/>
- Portugal, K. O., & Broietti, F. C. D. (2020). Visões acerca da natureza da ciência de formandos em licenciatura em química. *ACTIO Docência em Ciências*. 5(1), 1–18. <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/10402>

- Ribeiro, E. B. V., & Benite, A. M. C. (2009). Concepções sobre natureza da ciência e ensino de ciências: um estudo das interações discursivas em um Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1). <https://www.redalyc.org/pdf/5716/571666040002.pdf>
- Scheid, N. M. J., Ferrari, N., & Delizoicov, D. (2016). Concepções sobre a natureza da ciência num curso de Ciências Biológicas: imagens que dificultam a educação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(2), 157–181. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/470>
- Silva, B. V. C. (2010). A Natureza da Ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. *Latin-American Journal Physic Education*, 4(3), 620-627. [http://www.lajpe.org/sep10/417\\_Boniek\\_da\\_Cruz\\_Silva.pdf](http://www.lajpe.org/sep10/417_Boniek_da_Cruz_Silva.pdf)
- Summers, R., Abd-El-Khalick, F., & Brunner, J. (2020). Evidence and rationale for expanding The Views of Nature of Science Questionnaire. *Teaching, Leadership & Professional Practice Faculty Publications* (conference paper). <https://commons.und.edu/tlpp-fac/7/>
- Treagust, D. F., Won, M., & Duit, R. (2014). Paradigms in Science Education Research. In: Abell, S. K. Lederman, N. G. (Ed.) *Handbook of research on science education*, 3-56. New York, United States of America: Routledge.
- Universidade Federal do Paraná. (2021). *Projeto Político Pedagógico do curso de Licenciatura em Ciências Exatas*. UFPR, Palotina, RS, Brasil. Recuperado de [https://lce.ufpr.br/wp-content/themes/Fecitec2015/uploads/2021/PPC\\_EXATAS\\_2021.pdf](https://lce.ufpr.br/wp-content/themes/Fecitec2015/uploads/2021/PPC_EXATAS_2021.pdf)[https://lce.ufpr.br/wp-content/themes/Fecitec2015/uploads/2021/PPC\\_EXATAS\\_2021.pdf](https://lce.ufpr.br/wp-content/themes/Fecitec2015/uploads/2021/PPC_EXATAS_2021.pdf)
- Universidade Federal do Paraná. (2022). *Projeto Político Pedagógico do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas*. UFPR, Palotina, RS, Brasil. Recuperado de <https://palotina.ufpr.br/projeto-pedagogico-ciencias-biologicas/><https://palotina.ufpr.br/projeto-pedagogico-ciencias-biologicas/>
- Venturi, T. (2015). Discussões Epistemológicas: contribuições para a educação em saúde realizada no ensino de ciências. *Revista Dynamis*, 21(1), 72-84. <http://doi:10.7867/1982-4866.2015v21n1p72-84>
- Venturi, T., Bartelmebs, R. C., Lohmann, L. A. D., Souza, A. M. G. De, & Umeres, I. C. (2023). História das vacinas e história da astronomia: episódios históricos para a educação em ciências em tempos negacionistas. *Terrae Didactica*, 18(1), e022014. <https://doi.org/10.20396/td.v18i00.8668944>

**Recebido em:** 26.09.2023

**Aceito em:** 19.08.2024